

## **СОВРЕМЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧНЫЙ СПОСОБ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ НАКЛАДОК**

### **Аннотация**

*Представлен современный способ ускоренного охлаждения рельсовых накладок, который с успехом может заменить традиционную технологию термоупрочнения – закалку в объеме масла. Механические свойства накладок, упрочненных предложенным методом, отвечают всем требованиям нормативной документации.*

*Ключевые слова: рельсовые накладки, закалка в масле, системы струйного охлаждения, современный способ охлаждения.*

### **Abstract**

*A modern thermohardening technology of joint bars is presented. Traditional technology when joint bars are quenched with industrial oils can be replaced by new more ecological one – thermohardening by accelerated water cooling way. Joint bars quenched with the new technology have mechanical characteristics in accordance with the Technical requirements.*

*Keywords: joint bar (fishplate), oil quenching, sprayer system, advanced cooling technique.*

Железнодорожный транспорт является основным видом перевозок в России. Установлено [1], что наиболее напряженным элементом железнодорожного пути является рельсовый стык. Для устранения коротких рельсовых плетей и снижения частоты стыкового соединения применяется бесстыковой путь, который способен значительно увеличить технический уровень железной дороги, повысить скорость движения и комфортность проезда. Несмотря на это, рельсовая накладка как наиболее ответственный элемент стыка остается востребованной ввиду необходимости применения для уравнильных пролетов бесстыкового пути и его ремонта при возникновении усталостных трещин рельса [2].

Операция заковки является заключительной при производстве рельсовых накладок и фактически определяет свойства конечного продукта. Согласно требованиям действующей нормативной документации термоупрочнение накладок необходимо проводить в объеме масла. Не секрет, что закачивание в масле представляет собой процесс, сопряженный с образованием токсичных веществ и пожароопасностью. Норма расхода индустриального масла в термических цехах составляет около 20 кг на 1 тонну продукции [3]. При этом имеется по-

требность в периодической полной замене данной среды, подогреве в холодное время года, промывке продукции, контроле вязкости закалочной ванны и т. д. Также нет необходимости упоминать о загрязненности рабочих мест, иметь систему газоочистки и о сложности процесса регенерации промышленного масла. Известно, что, например, при замене масла полимерной средой сокращается частота косметического ремонта оборудования и цеховых помещений в 2–3 раза [4].

Выбор охлаждающей среды в процессе термоупрочнения любого изделия основывается на определении необходимой для процесса скорости охлаждения – при медленной скорости предпочитают «мягкую» закалку, например, в масле, если требуется интенсивная скорость, то выбирают водные растворы солей, щелочей, полимерные среды, воду. Наиболее удачный выбор закалочной среды сочетает в себе обеспечение необходимых характеристик продукции и одновременно экологичность процесса. Самой доступной, распространенной и экологичной закалочной средой из всех известных на сегодняшний день является вода. Именно с ее использованием во «ВНИИМТ» был разработан новый способ термоупрочнения рельсовых накладок как альтернатива традиционной технологии – объемной закалке в масле.

Способ, предложенный ВНИИМТ, и оборудование для его реализации позволяет в данном случае не только работать экологично, но и управлять процессом термоупрочнения. Охлаждение накладки осуществляется плоскими потоками воды с 4-х сторон, как показано на рис. 1. По длине устройство разделено на секции. На каждую секцию организован отдельный расход воды, что позволяет обеспечить разные условия охлаждения для разномассивных элементов накладки (головка-шейка). Таким образом, стало возможно достичь достаточно равномерной температуры поверхности разномассивных элементов (шейки, головок) накладки в процессе охлаждения и обеспечить требования ГОСТ к ее отклонению от прямолинейности (кривизне), что, как правило, невозможно для объемной закалки. Вся вода из устройства вновь поступает на охлаждение, таким образом, цикл водоснабжения является замкнутым.

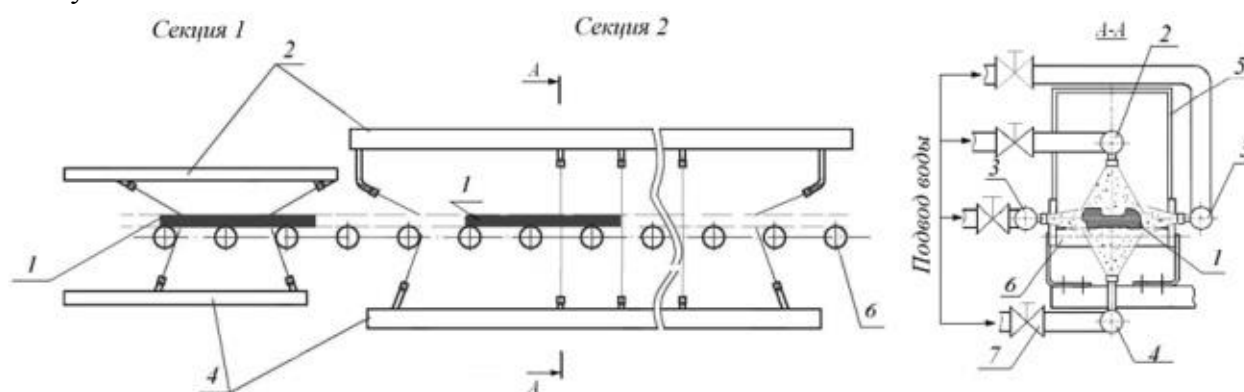


Рис. 1. Схема устройства регулируемого охлаждения:

- 1 – рельсовая накладка Р65; 2 – верхние коллекторы с форсунками;
- 3 – боковые коллекторы с форсунками; 4 – нижние коллекторы с форсунками;
- 5 – камера; 6 – слив воды в бак

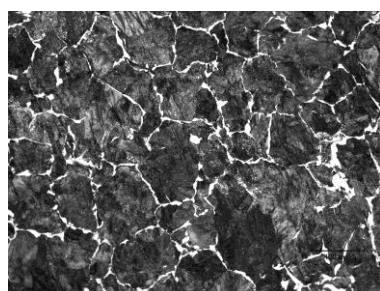
На опытном стенде ОАО «ВНИИМТ» проведена серия экспериментов по исследованию процесса струйного водяного охлаждения рельсовых накладок, а также были определены их механические свойства и структура. Механические свойства накладки в серии экспериментов и согласно требованиям ГОСТ 4133-73 приведены в табл. 1.

Таблица 1

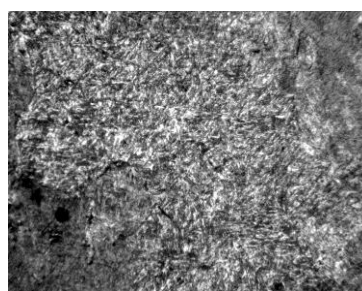
## Механические свойства рельсовой накладки.

|                                 | $\sigma_B$ ,<br>Н/мм <sup>2</sup> | $\sigma_T$ ,<br>Н/мм <sup>2</sup> | $\delta_5$ ,<br>% | $\psi$ ,<br>% | Угол холод-<br>ного загиба,<br>град | Твердость,<br>НВ<br>в пределах |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Серия экспери-<br>ментов ВНИИМТ | 893÷<br>1012                      | 570÷694                           | 10,4÷<br>17,4     | 41,6÷<br>49,3 | 46÷106                              | 285÷363                        |
| ГОСТ 4133-73, не<br>менее       | 844                               | 530                               | 10                | 30            | 20                                  | 235÷388                        |

Микроструктура сердцевины накладки до и после эксперимента показаны на рис. 2.



а) (x200)

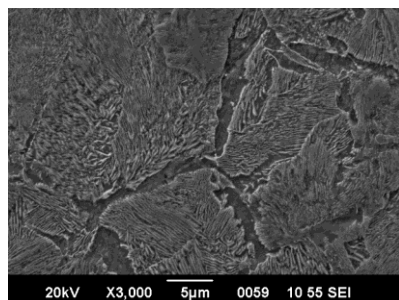


б) (x200)

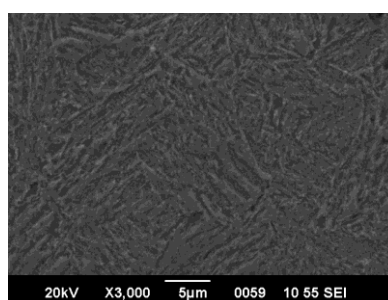
Рис. 2. Микроструктура нижней головки рельсовой накладки  
до – а и после термоупрочнения – б

Исходная структура (до термообработки, рис. 2, а) состоит из пластинчатого перлита и феррита, ориентированных по границам зерна, балл зерна 4–5 (ГОСТ 5639-82). Микроструктура после термообработки (рис. 2, б) представляет собой плотный сорбитообразный перлит с выраженной ферритной сеткой по границам зерна, балл зерна 7–8 (ГОСТ 5639-82). Исследования ОАО «НКМК» по закалке в водном растворе полимера (железосодержащая соль полиакриловой кислоты) показали, что возможно увеличить эксплуатационные характеристики продукта за счет уменьшения межпластиночного расстояния перлита и количества структурно свободного феррита в поверхностном слое металла.

Изучение структуры после термоупрочнения было проведено также на растровом электронном микроскопе JEOL JSM-6490LV. На рис. 3 приведены структуры центральной части верхней головки и на расстоянии 500 мкм от кромки.



а x3000



б x3000

Рис. 3. Микроструктура середины верхней головки рельсовой накладки – а  
и на расстоянии 500 мкм от кромки верхней головки – б

Структура центральной части состоит из пластинчатого перлита и феррита по границе зерна размером около 10–15 мкм, в приповерхностном слое на расстоянии около 500 мкм от кромки структура – дисперсный сорбит отпуска. В процессе термоупрочнения уменьшается размер зерна и расстояние между пластинками перлита.

Для более полной и точной идентификации структурных составляющих был также проведен рентгенофазовый анализ на аппарате Empyrean. Результат показан на рис. 4. Узкие и высокие дифракционные пики соответствуют ферриту ( $\alpha$ -Fe), имеющему соответствующую плоскость (hkl) [5; 6], что гарантированно подтверждает отсутствие такой нежелательной структуры, как мартенсит. Рентгенограммы кромок и середины всех элементов рельсовой накладки имеют идентичный рис. 4 вид.

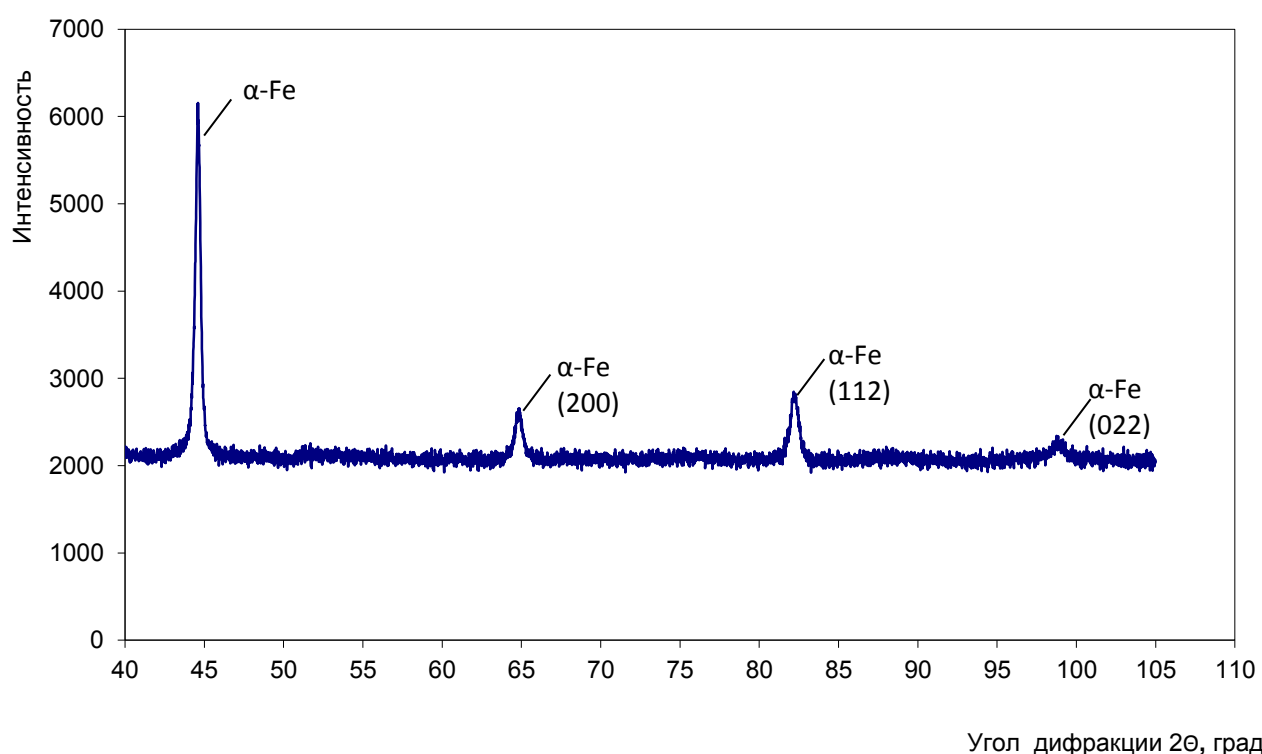


Рис. 4. Рентгенограмма середины шейки рельсовой накладки

В результате проведенных исследований прошел апробацию процесс регулируемого водяного охлаждения рельсовых накладок. Механические свойства накладок соответствуют требованиям нормативной документации и не уступают механическим свойствам накладок, подвергнутых закалке в масле. Способ регулируемого охлаждения имеет неоспоримые преимущества перед традиционным: управляемость процессом, за счет чего можно полностью обеспечить требования к короблению и механическим свойствам, экологичность и хорошие условия работы персонала. В настоящее время на филиале ОАО «ЕВРАЗ НТМК» – «НСМЗ» (г. Нижняя Салда) производится внедрение технологии регулируемого водяного охлаждения.

#### Список использованных источников

1. Бородин А. В., Ковалева Н. В. Стыковое соединение рельсов // Железнодорожный транспорт. – 2000. № 6. С. 69.

2. Иванов П. С., Даньков С. Ф., Юзык О. В., Шишмаев А. А. Новые ресурсосберегающие технологии в рельсовом хозяйстве // Путь и путевое хозяйство. – 2011. – № 7. – С. 23–25.
3. Солдатенко Н. А., Карманов В. В., Ходяшев М. Б. Экологические аспекты утилизации моторных масел в качестве закалочных жидкостей // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2011. № 7. С. 60–63.
4. Святкин А. В., Азизбекян В. Г., Сардаев Н. И., Герасин А. П., Абрамова А. Н., Викарчук А. А. Изменение свойств закалочных сред в зависимости от температуры нагрева // ТГУ. 2011. № 2. С. 74–76.
5. Недома И. Расшифровка рентгенограмм порошков. М.: Metallurgy, 1975.
6. Alphabetical Indexes (Inorganic Phases) sets-44. The International Centre for Diffraction Data. 2011.

УДК 669.045

**В. Г. Лисиенко, Г. К. Маликов, Ю. К. Маликов,**

**Д. Л. Лобанов, Е. М. Шлеймович, А. С. Перин, А. А. Титаев**

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРУЙНО-ФАКЕЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ (СФО) ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОДОГРЕВА ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА**

### **Аннотация**

*Показана ограниченная применимость традиционных горелочных устройств для прямого нагрева приточного воздуха с учетом отечественных санитарных норм. Представлены отечественные разработки метода СФО, позволившие не только повысить КПД современных нагревательных печей до 65 %, но и радикально снизить эмиссию оксидов азота (не более 30 ppт, даже при подогреве воздуха, идущего на горение, до 650 °С). Обсуждается возможность использования технологии СФО для прямого нагрева воздуха, в том числе подаваемого на проветривание шахт.*

*Ключевые слова: природный газ, приточный воздух, вентиляция шахт, струйно-факельное отопление, системы прямого нагрева воздуха, оксиды азота, оксид углерода.*

### **Abstract**

*The limited practicality of traditional units for direct heating of influx air with consideration for home sanitary standards is showed. The home developments of DFI-method are presented, making possible not only to increase of efficiency of modern heating furnaces up to 65 % but radical to reduce of nitrogen oxides emission as well no more than 30 ppm even with air preheating up to 650 °C). The possibility of technology DFI use for direct air preheating including of shaft ventilation feed air is discussed.*